

1992. – 422 с. **2.** Демина Н.А. Совершенствование методов расчета элементов штамповой оснастки на основе анализа их напряженно-деформированного состояния: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.05 / Демина Наталья Анатольевна. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – 187 с. **3.** Ткачук Н.А. Моделирование контактного взаимодействия элементов штамповой оснастки / Н.А. Ткачук, Н.А. Демина, Ю.Д. Сердюк, А.Н. Ткачук, Г.А. Кротенко // Обработка материалов давлением. Сб. науч. тр. – Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 2010. – №2 (23). – С. 240–248. **4.** Ищенко О.А. Базовые плиты разделительных штампов: напряженно-деформированное состояние с учетом контактного взаимодействия / О.А. Ищенко, Н.А. Демина, А.В. Грабовский, А.В. Ткачук // Вісник НТУ «ХПІ». Тем. вип.: Машинознавство та САПР. – 2011. – № 51. – 2011. – №51. – С. 50–59. ст-я по баз. плит. в Вестнике. **5.** Басов К. А. ANSYS для конструкторов / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 248 с. **6.** Марочник стали и сплавов [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.splav.kharkov.com>.

Надійшла до редколегії 01.11.2013

УДК 539.3

Анализ влияния свойств фиксирующего материала на напряженно-деформированное состояние системы «базовая плита – направляющие колонки» разделительных штампов / Ищенко О. А., Грабовский А.В., Ткачук А. В., Кротенко Г. А., Ткачук Н. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 43 (1016). – С. 104–109. Бібліогр.: 6 назв.

У статті запропоновано новий підхід до аналізу характеристик міцності та жорсткості системи «базова плита – напрямні колонки» розділових штамів. На прикладі модельної конструкції проведено аналіз міцності та жорсткості елементів даної системи.

Ключові слова: розділові штампи, напрямні колонки, напружено-деформований стан, скінченно-елементна модель, фіксувальний матеріал.

In the paper a new approach is offered to analysis of strength and inflexibility characteristics of the system «Base flag – Directing columns» of dividing stamps. Analysis of strength and inflexibility of elements of this system is conducted on example of model construction.

Keywords: dividing stamps, directing columns, stress-strain state, finite element model, fixing material.

УДК.621.771.63

А. С. ЗАБАРА, аспирант, НТУ «ХПІ»

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ МЕТАЛЛА В МЕСТАХ ИЗГИБА ПРИ ОСАДКЕ ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ ЗАМКНУТОГО СЕЧЕНИЯ

В работе проведено исследование деформаций металла в местах изгиба при осадке трубной заготовки с помощью метода конечных элементов. Проведен анализ различных схем формообразования. Сделан вывод о возможности моделирования процесса осадки заготовки с использованием метода конечных элементов. Установлен наиболее соответствующий определенным условиям и задачам способ схемы формообразования.

Ключевые слова: гнутый профиль замкнутого сечения, моделирование, технология, осадка трубы.

Введение. В настоящее время в Украине отсутствуют технологии производства гнутых профилей замкнутого сечения, что связано в первую очередь с мелкосерийным характером производства и большими капитальными затратами на разработку технологии и оборудования, а также на изготовление последнего. Окупаемость капитальных затрат может быть достигнута при создании технологии, позволяющей изготавливать профильные трубы на существующем оборудовании предприятия-изготовителя.

Поскольку требования к гнутым профилям замкнутого сечения постоянно меняется, для успешной деятельности на рынке труб необходимо иметь четко структурированную стратегию развития.

Интегрируя усилия трубопрокатчиков, потребителей, а также проектных и исследовательских организаций, можно обеспечить изготовление высококачественных гнутых профилей замкнутого сечения, отвечающих не только требованиям существующих нормативных документов, но и перспективным требованиям потребителей.

Анализ последних исследований и литературы. Анализ литературных и патентных источников информации показывает, что в последние годы все более четко прослеживается тенденция в использовании гнутых профилей замкнутого сечения [1]. Высокоэкономичные гнутые профили (рис. 1) применяются в промышленном и гражданском строительстве (в качестве элементов несущих конструкций зданий и сооружений, перегородок, заборов, автостоянок, парковочных площадок и т.п.), машиностроении, мебельной промышленности, благодаря чему, не только обеспечивается экономия металла, но и значительно снижается трудоемкость изготовления, а также облегчается унификация узлов и элементов. Гнутые профили замкнутого сечения применяют в качестве декоративных элементов и используется для отделки, либо в качестве деталей предметов интерьера.

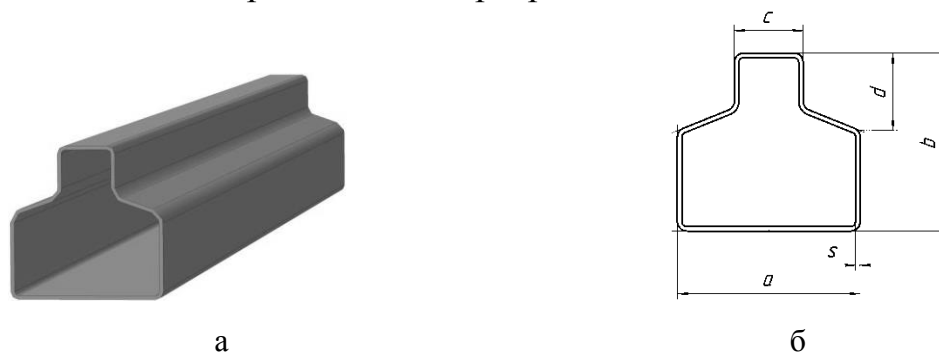


Рис. 1 – Гнутый профиль замкнутого сечения: а – общий вид; б – сечение

Наиболее популярным материалом профильные трубы все же остаются в строительной сфере. При этом спектр применения профильных труб постоянно расширяется. На сегодняшний день различные виды профильных стальных труб активно используются как при создании базовых строительных конструкций, так и в качестве основы для декоративных дизайнерских элементов и инсталляций.

В Украине производство гнутых профилей замкнутого сечения развито недостаточно, в литературе отсутствуют данные, позволяющие разработать промышленную технологию их производства, имеет место значительное количество импортной продукции, в связи с чем, работы направленные на создание научных и технологических основ их импортозамещающего производства, являются важными и актуальными.

Цель исследований, постановка проблемы. Цель работы – разработка научно обоснованной модели валковой формовки профильных труб.

В соответствии с поставленной целью в работе выполнены исследование деформаций металла в местах изгиба при осадке трубной исходной заготовки.

Материалы исследований. Особенностью гнутого профиля замкнутого сечения рис.1 является наличие двух желобов. Разработана технология изготовления этих профилей из стали 08 кп (ГОСТ 1050).

Общей схемой технологического процесса выбрана предварительная формовка круглой трубной заготовки с продольной сваркой кромок в технологическом потоке и последующая ее переформовка в прямоугольный профиль.

В процессе переформовки трубной заготовки происходит образование прямолинейных и криволинейных элементов, взаимное расположение которых дает ту или иную конфигурацию поперечного сечения замкнутого профиля, заданную калибровкой валков [2].

Расчету калибровки валков предшествовал расчет ширины заготовки, проводимый в два этапа:

1. Определение периметра профилей и соответствующего ему диаметра трубной заготовки;
2. Расчет ширины полосовой заготовки с учетом припуска на оплавление кромок.

Периметр сечений профилей определялся как сумма длин их прямолинейных и криволинейных элементов (по наружной линии), согласно рис. 1. После определения периметра по наружной линии подбираем диаметр исходной заготовки.

Конструкция гнутых профилей замкнутого сечения содержит проблемные участки для формовки: прямолинейные участки, угловые зоны. Формовка прямолинейных участков представляют существенные трудности, связанные с обеспечением размерной точности элементов и минимизацией утонений. Для гарантированного обеспечения технических требований к профилям был выполнен комплекс теоретических исследований процесса формообразования.

Типоразмер профиля и параметры осадки во многом предопределяют возможность появления того или иного рода дефектов (потеря устойчивости полок, утонение угловых зон и др.) [3]. Зависимость появления этих дефектов от параметров оборудования, числа переходов, конфигурации калибров роликов и настроечных параметров технологического процесса предполагает построение математических моделей с целью оптимизации процесса профилирования. Применение математического моделирования процесса формообразования профиля позволяет сократить затраты на создание технологии.

Величина осадки задается шириной заготовки и конструкцией формирующих роликов. Поэтому создание модели, позволяющей прогнозировать геометрию зоны изгиба, является важной задачей для создания технологии, в части назначения параметров заготовки и размеров калибра.

В зависимости от геометрии гнутых профилей замкнутого сечения применяются различные схемы формообразования (рис. 2.).

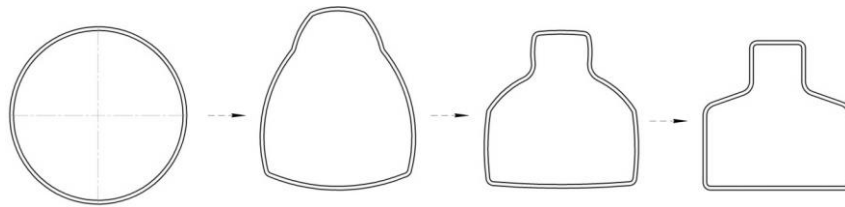


Рис. 2 – Схема формовки гнутых профилей замкнутого сечения

Подгибка каждого элемента происходит до достижения заданной формы профиля по переходам.

Переформовка круглого сечения в овальное на первых переходах обеспечивает первое приближение конфигурации трубной заготовки к форме профиля. В следующих по схеме формующей клетки поперечное сечение постепенно приближается к конечной форме при заданных размерах. Окончательная правка и калибровка профилей выполняется в последнем технологическом переходе.

Разработка аналитических моделей процесса осадки осложняется тем, что необходимо решать задачу теории пластического течения с учетом перемещений материальных частиц при неопределенности задания условий на границе раздела прямолинейного и радиусного участков заготовки. Кроме того, при высвобождении угловых зон роликового калибра заранее невозможно прогнозировать кривизну свободных от нагрузки контуров зоны изгиба заготовки, в связи с чем, использование моделирования процесса осадки заготовки с помощью метода конечных элементов, безусловно, целесообразно.

Моделирование процесса осадки профиля проводили с помощью программ DEFORM 3D v 10.2 и «Компас v 13». Обработка результатов произведена встроенными средствами программы DEFORM. При разработке объемных моделей для препроцессора использована программа «Компас V13».

Для наиболее характерных шагов изучали напряженно-деформированное состояние в угловой зоне. В качестве иллюстрации на рис. 3 представлен промежуточный шаг нагружения.

Результаты моделирования, отражающие распределение суммарных деформаций в поверхностных слоях по всем технологическим переходам, представлены на рис.4.

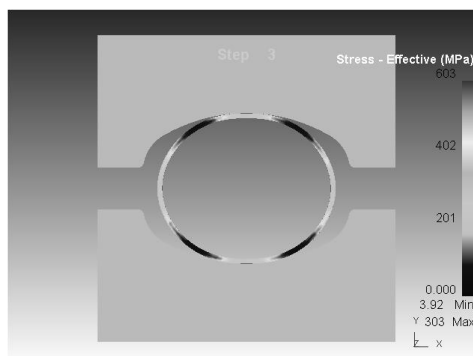


Рис. 3 – Модель схемы формообразования для промежуточного шага нагружения

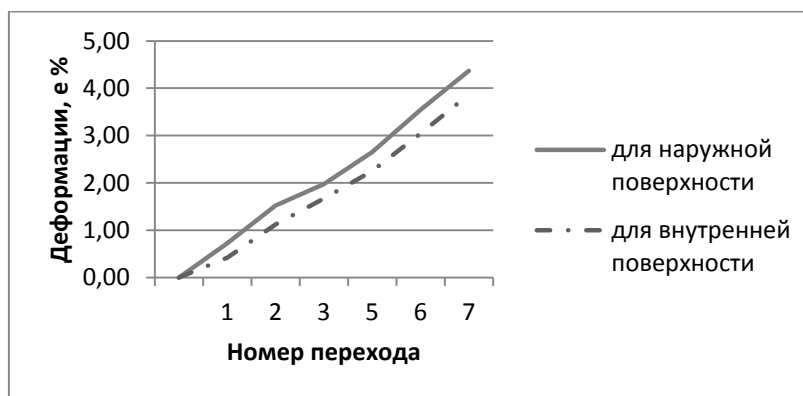


Рис. 4 – Деформація в поверхневих шарах по всім технологічним переходам

Результати досліджень. На основі отриманих даних, а також з урахуванням особливостей осадки трубної заготовки в валках розроблена технологія формувки профільних труб. Данна система калибровки забезпечує мінімальне утонення металу в місцях изгиба і стабільність розмірів по сеченню профіля, зменшує ймовірність втрати стійкості його полок. Технологічний процес передбачає осадку трубної заготовки в 3-5 клітках профілегибочного стану. Переформовку круглого сечення в овальне проводиться в перших двох клітках на 30-40% їх глибини. В наступних по схемі двох формуючих клітках поперечне сечення поступово наближається до кінцевої форми в заданих розмірах. Окончателю правка і калибровка профілів виконується в останньому переході.

При осадці трубної заготовки в профільні труби спостерігаються наступні принципи:

- периметр профіля, визначений по готовому профілю, залишається постійним на кожному переході;
- елементи профіля на горизонтальних ділянках в процесі деформації випрямляються, при цьому вони не повинні втрачати стійкості, для чого радіус осадки в кожній наступній клітці вибирають більшим, ніж радіус осадки в попередній клітці;
- застосування осадки профіля в останніх переходах з використанням чотирьохвалкового калибра дозволяє створити в очагу деформації металу мінімальне поперечне розтягнення і утонення профіля.

З метою верифікації отриманих результатів були проведені експериментальні дослідження на обладнанні НТУ «ХПІ», які дозволили оцінити характеристики формозмінення матеріалу.

Порівняння результатів експериментальних досліджень з даними, отриманими моделюванням, підтвердило адекватність теоретичної моделі і ефективність їх застосування для створення промислових технологій.

Висновки. В результаті аналізу науково-технічної літератури встановлено, що профільні труби широко застосовують в багатьох галузях економіки. В Україні відсутня технологія виробництва тонкостінних профільних труб методом переформовки круглої трубної заготовки в ГПЗС.

Для создания импортозамещающих технологий производства ГПЗС в Украине необходимы дальнейшие исследования, направленные на создание уточненной аналитической модели валковой формовки профильных труб.

Проведенное конечно-элементное моделирование формообразования профильной трубы при осадке трубной заготовки позволило определить компоненты деформированного состояния металла при разных схемах формовки.

Результаты сопоставления аналитических результатов деформированного состояния металла с экспериментальными данными при формовке профильных труб осадкой позволяют их рекомендовать для промышленного внедрения.

Список литературы. 1. www.marketing-ua.com. 2. Плеснецов Ю.О., Забара О.С., Коворотний Т.Л., Любімов М.С. Аналіз сучасного стану виробництва гнутих профілів замкнутого перетину. В сб. «Вестник Национального технического университета «ХПИ». Харьков, 2010, вып. №43, с. 146–157. 3. Докторов М.Е., Ахлестин В.Л., Кузьмис Э.В. и др. Исследование процесса формообразования замкнутых и полузамкнутых профилей. – В кн.: Разработка и исследование технологии производства гнутых профилей проката: Отрасл. сб. научн. тр. Харьков: УкрНИИМет, 1984, с. 28–34.

Надійшла до редколегії 05.11.2013

УДК.621.771.63

Исследование деформаций металла в местах изгиба при осадке гнутых профилей замкнутого сечения / Забара А.С. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 43 (1016). – С.109-114. Бібліогр.:2 назв.

У статті проведено дослідження деформацій металу в місцях згину при осаджування трубної заготовки за допомогою методу кінцевих елементів. Проведено аналіз різних схем формоутворення. Зроблено висновок про можливість моделювання процесу осаджування заготовки з використанням методу кінцевих елементів. Встановлено найбільш відповідний певним умовам і завданням спосіб схеми формоутворення.

Ключові слова: гнутий профіль замкнутого перетину, моделювання, технологія, осаджування труби.

In article of deformations in the metal bends with draft tube blank by the finite element method. The analysis of the various schemes of formation. It is concluded that the possibility of modeling of rainfall harvesting, using the finite element method. Set the most appropriate specific conditions and tasks of shaping the way the scheme.

Keywords: bent profile of the closed section, simulation, technology, draft tube.

УДК 621.438.002.2

Н. К. ЗЛОЧЕВСКАЯ, асистент, НТУУ «КПІ», Київ

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЛАВА СИСТЕМИ Zr-Nb В УМОВАХ ІНТЕНСИВНИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ*

Встановлені закономірності формування структурних властивостей шляхом деформування в ізотермічних умовах. На основі експериментального формоутворення методом гвинтової екструзії зразків, чисельного моделювання та металографічних дослідів встановлений взаємозв'язок між ступеню інтенсивності деформацій та морфологією структури матеріалу, а також його механічними властивостями. Обґрунтовано підвищення пластичності за рахунок подрібнення структурних компонентів матеріалу.

Ключові слова: гвинтова уширяюча екструзія, інтенсивна пластична деформація, структурні та механічні властивості, ізотермічне пресування.